



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 01 F / 253 766 8	(22)	08.08.83	(44)	02.01.85
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	Brennstoffinstitut Freiberg, 9200 Freiberg, Halsbrücker Straße 34, DD
(72)	Franke, Peter, Dipl.-Ing.; Riedel, Christian.; Wernecke, Rainer, Dr.-Ing.; Kretschmer, Horst, Dipl.-Ing.; Scheller, Manfred, Dipl.-Ing.; Göhler, Peter, Dr.-Ing.; Beiermann, Norbert, Dipl.-Phys., DD

(54) **Vorrichtung zur radiometrischen Dichtemessung von fließfähigen Medien**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur radiometrischen Dichtemessung an, insbesondere fließfähigen zweiphasigen, unter Druck stehenden Medien in Rohrleitungen, mit der bei gegebenem Rohrlungsdurchmesser, Medien und Betriebsdruck sowie Verwendung einer weichen γ -Strahlenquelle physikalische Meßbedingungen erreicht werden, die ausreichende Empfindlichkeit, Genauigkeit und Zeitverhalten gewährleisten und eine Prozeßsteuerung mit kurzen Reaktionszeiten ermöglichen. Die Vorrichtung besteht aus einem Gehäuse mit Meßkanal sowie γ -Strahlenquelle und Detektor auf gegenüberliegenden Seiten des Meßkanals. Dieser besteht aus einem Rohrstück, beidseitig gegen das Gehäuse druckfest abgedichtet und mit kleinerer Wandstärke und/oder aus Werkstoff geringerer Dichte als die Rohrleitung gefertigt, wobei das Gehäuse den den auf das Rohrstück wirkenden Betriebsdruck mit aufnimmt. Längs der Achse γ -Strahlenquelle – Detektor, die die Mittellinie des Meßkanals als in einem Winkel α 90° schneiden kann, ist eine zweite Bohrung im Gehäuse vorgesehen, die in Kapseln für Quelle und Detektor endet.

Titel der Erfindung

Vorrichtung zur radiometrischen Dichtemessung von fließfähigen Medien

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Dichte von fließfähigen Medien, insbesondere von zweiphasigen fließfähigen Medien, nach dem Prinzip der γ -Strahlentransmissionsmessung während des Durchflusses durch eine Rohrleitung. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Messung der Dichte von Kohlenstaub-Trägergas-Suspensionen mit hoher Feststoffkonzentration, die in der Regel unter erhöhtem Druck einem Vergasungsreaktor oder einer Feuerungsanlage zugeführt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannter Stand, die Dichte von Medien, die in Rohrleitungen fließen, radiometrisch unter Anwendung von γ -strahlenden Isotopen zu messen, wobei die Schwächung der Intensität der von einer Quelle emittierten γ -Strahlen beim Durchgang durch das in der Rohrleitung strömende Medium bestimmt wird ("Transmissionsmessung").

Auf das Ergebnis der Messung haben neben der zu bestimmenden Dichte des strömenden Mediums unter anderem folgende, durch Eichung zu berücksichtigende Größen Einfluß:

- Aktivität der Quelle und Energie der γ -Strahlung
- durchstrahlte Länge im Medium
- Grundabsorption der Strahlung in der von dem zu messenden Medium freien Apparatur, also insbesondere die Strahlenabsorption in den durchstrahlten Rohrwänden.

Mit Rücksicht auf die erforderliche Empfindlichkeit und Genauigkeit der Messung bzw. den Zeitaufwand für die Erreichung ausreichender statistischer Sicherheit der Strahlenmessung sowie auf die Beschränkung der Aktivität der Quelle ergeben sich für die einzelnen Meßfälle optimale Bereiche für die durchstrahlte Länge und Grenzen für die Grundabsorption der Strahlung, das heißt auch für das Produkt aus durchstrahlter Stärke der Rohrwand und Dichte des Rohrwerkstoffes. Diese Forderungen lassen sich relativ einfach erfüllen, wenn homogene fließfähige Medien bei relativ geringen Drücken zu prüfen sind. Technisch üblich sind beispielsweise Erweiterungen der Rohrleitungen an den Meßstellen, U- oder Z-artige Ausbildung der Rohrleitung und Durchstrahlung eines Rohrleitungsschenkels in Achsrichtung, andererseits Anordnung der Quelle an einem in die Rohrleitung hineinragenden Träger, um eine günstige Durchstrahlungslänge zu erreichen. Bei zweiphasigen Medien, insbesondere bei der Messung der Dichte von Staub-Trägergas-Suspensionen können jedoch Erweiterungen der Rohrleitung, mehrfache Anordnung von Rohrkrümmern oder Einbauten innerhalb der medienführenden Leitung zu Entmischungen und damit Fehlmessungen oder sogar zur Verstopfungsgefahr führen. Bei Messungen unter höherem Druck kann eine Erweiterung der Rohrleitung solche Wandstärken erforderlich machen, daß sich die Grundabsorption unvorteilhaft vergrößert.

Radiometrische Dichtemessungen mit relativ harten γ -Strahlen wie z. B. Messungen mit einer ^{60}Co -Quelle sind genehmigungspflichtig und fordern relativ hohen Aufwand für den Strahlenschutz. Bekannt sind "genehmigungsfreie" Meßvorrichtungen, die mit dem sehr weichen γ -Strahler ^{241}Am (Strahlungsenergie 0,06 MeV) arbeiten. Als zusätzlicher Vorteil ergibt sich die extrem lange Halbwertszeit dieses Isotopes, die die Korrektur für eine Aktivitätsabnahme der Quelle auch bei langen Betriebszeiten der Meßanordnung erübrigt. Die bei dieser weichen Strahlung auftretenden relativ hohen Massenschwächungskoeffizienten und deren starke Abhängigkeit von der Ordnungszahl der im durchstrahlten Material enthaltenen Elemente sind die Ursache dafür, daß die oben diskutierten Einflüsse von Durchstrahlungsgeometrie sowie Wandstärke und Werkstoff des durchstrahlten Rohres noch gravierender werden. Es ist unter diesem Aspekt charakteristisch, daß handelsübliche Vorrichtungen zur Dichtemessung mit ^{241}Am -Quellen auf einen sehr engen Durchmesserbereich und auf Betrieb mit relativ niedrigem Druck ($\sim 1\text{MPa}$) beschränkt sind, siehe z. B. HENGSTENBERG: Messen, Steuern und Regeln in der Chemischen Technik; Dritte Auflage; Bd. II, Heidelberg, New York 1980; Bd. II, Seite 148/149.

Es ist weiter z. B. in DE OS 2642537 und DE 2727032 vorgeschlagen worden, die Messung der Dichte von Staub-Gas-Suspensionen mittels γ -Strahlen-Transmissionsmessung für die Ermittlung des Kohlenstaubstromes heranzuziehen, der dem Brenner eines Reaktors zur Kohlenstaubvergasung zugeführt wird. Für einen solchen Anwendungsfall ist beispielsweise die Aufgabe zu lösen, kontinuierlich die Dichte in der Größenordnung von ca. 350 kg/m^3 (entsprechend einem Verhältnis von ca. 400 kg Staub je m^3 Trägergas) unter einem Druck von 3 - 4 MPa zu messen, wobei je nach Leistung Rohrdurchmesser von z. B. 30 bis 50 mm auftreten.

Sowohl unter betriebswirtschaftlichen als auch sicherheitstechnischen Aspekten hat die Kenntnis des zur Vergasung

gelangenden Kohlenstaubstromes höchste Bedeutung. An die Messung werden deshalb besonders hohe Forderungen hinsichtlich Empfindlichkeit, Genauigkeit und Ansprechzeit gestellt, die sich noch erhöhen, wenn diese Messung zur Regelung des Kohlenstaubstromes herangezogen werden soll. Unter den oben-geannten Randbedingungen sind diese Forderungen mit bekannten radiometrischen Meßvorrichtungen nur unbefriedigend zu erfüllen. Auch die beiden zitierten Patentschriften geben keinen Hinweis, wie durch geeignete Ausgestaltung der Meßvorrichtung die angeschnittenen Probleme gelöst werden können. Sie verweisen auf konventionelle Einrichtungen bzw. beschränken sich auf eine im ganzen verfahrenbare Anordnung von Quelle und Detektor, die Montagearbeiten an der staubführenden Rohrleitung erleichtert (DE-OS 2757032).

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Messung der Dichte von fließfähigen Medien, insbesondere von zweiphasigen fließfähigen Medien, nach dem Prinzip der γ -Strahlen-Transmissionsmessung in Rohrleitungen, die hohe Forderungen an Empfindlichkeit, Genauigkeit und Zeitverhalten der Messung zu erfüllen vermag, keine Störungen der Strömungsverhältnisse des Mediums in der Rohrleitung verursacht und für die Messung bei höheren Drücken und relativ kleinen Rohrdurchmessern geeignet ist. Es ist insbesondere Ziel der Erfindung, eine Vorrichtung für die Messung der Dichte von Staub-Trägergas-Suspensionen zu schaffen, die dem Reaktor einer Anlage zur Druckvergasung staubförmiger Brennstoffe zugeführt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur radiometrischen Dichtemessung an fließfähigen Medien mit einer γ -strahlenden Quelle und einem Detektor zu schaffen, mit der bei gegebenem Rohrleitungsdurchmesser, Art des Mediums und

Betriebsdruck eine solche Meßgeometrie bzw. Durchstrahlungslänge und ein solches Verhältnis von Grundabsorption und Absorption der Strahlung in den zu messenden Medien eingehalten werden können, daß Empfindlichkeit, Genauigkeit und Zeitverhalten der Dichtemessung höchsten Ansprüchen genügen und für eine Prozeßsteuerung und -regelung mit sehr kurzen Reaktionszeiten geeignet sind. Die zu schaffende Vorrichtung soll außerdem die Möglichkeit bieten, weiche γ -Quellen einzusetzen und damit zu "genehmigungsfreien" Meßvorrichtungen zu kommen.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß der in einem gemeinsamen, auch γ -Strahlenquelle und Detektor aufnehmendem Gehäuse angeordnete, vom Medium durchströmte Meßkanal durch ein Rohrstück gebildet wird, dessen lichter Durchmesser gleich dem lichten Durchmesser der Rohrleitung ist, und das in eine erste Bohrung des Gehäuses eingepaßt und beidseitig druckdicht gegen das Gehäuse abgedichtet ist. Das Gehäuse ist an seinen Stirnseiten wiederum druckdicht mit der Rohrleitung verbunden, wobei diese Verbindung so erfolgt, daß ein bindiger Übergang zwischen Rohrleitung und genanntem Kanal erreicht wird.

γ -Strahlenquelle und Detektor sind auf gegenüberliegenden Seiten des Meßkanals, auf einer die Mittellinie des Meßkanals schneidende Achse angeordnet. Erfindungsgemäß weist das Gehäuse längs der Achse von Quelle und Detektor eine zweite Bohrung auf, die durch das den Meßkanal bildende Rohrstück unterbrochen ist, und die an einer Seite in einer mit dem Gehäuse verbundenen Kapsel mit der γ -Strahlenquelle, an der anderen Seite in einer ebenfalls mit dem Gehäuse verbundenen zweiten Kapsel mit dem Detektor endet.

Erfindungsgemäß ist das den Meßkanal bildende Rohrstück hinsichtlich seiner Wandstärke und seines Werkstoffes so beschaffen, daß seine Flächenmasse, das ist das Produkt aus

Wandstärke und Dichte des Werkstoffes der Wand, kleiner ist als die entsprechend definierte Flächenmasse der Rohrleitung. Wird der gleiche Werkstoff für Meßkanal und Rohrleitung verwendet, bedeutet das eine geringere Wandstärke des den Meßkanal bildenden Rohrstückes. Das ist bei der erfindungsgemäßen Lösung auch bei hohem Druck in der Rohrleitung möglich, weil sich bei einer druckbedingten elastischen Aufweitung der Meßkanal an die Wand der genannten ersten Bohrung anlegt und damit weitere Druckkräfte vom Gehäuse aufgenommen werden. Die genannte druckfeste, beidseitige Abdichtung des den Meßkanal bildenden Rohrstückes gegen das Gehäuse verhindert den Austritt des Mediums aus dem Meßkanal, insbesondere in die genannte zweite Bohrung. Damit werden einerseits Meßfehler, andererseits ein Druckanstieg in der zweiten Bohrung und in den Kapseln für Quelle und Detektor bzw. ein Medienaustritt über diese Kapseln in die Atmosphäre vermieden.

Die mit der Erfindung gegebene Möglichkeit, weitgehend unabhängig vom Betriebsdruck das den Meßkanal bildende Rohrstück durch Verminderung der Wandstärke oder/und durch Einsatz von Werkstoffen geringerer Festigkeit mit wesentlich verminderter Flächenmasse auszuführen, erlaubt, die Strahlen-Grundabsorption so einzustellen, wie sie im Interesse von Empfindlichkeit und Genauigkeit der Messung zweckmäßig ist.

Bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung werden für das genannte Rohrstück Werkstoffe verwendet, deren Ordnungszahl Z oder - falls der Werkstoff aus mehreren Elementen besteht - deren mittlere Ordnungszahl, definiert durch

$$\bar{Z} = \frac{\sum Z_i \cdot \frac{m_i}{A_i}}{\sum \frac{m_i}{A_i}}$$

der Bedingung Z bzw. $\bar{Z} = 14$ genügt. In der Formel bedeuten m_i der Massenanteil des Elements i im Werkstoff, A_i die Atommasse und Z_i die Ordnungszahl des betreffenden Elements.

Werkstoffe dieser Gruppe, zu der beispielsweise Aluminium, andere Leichtmetalle und Plastwerkstoffe gehören, haben - wie bekannt - ein relativ geringes Absorptionsvermögen für weiche γ -Strahlen. Diese Ausführungsform gestattet daher den vorteilhaften Einsatz von ^{241}Am als Strahlenquelle. Für die erfindungsgemäße druckfeste Abdichtung des den Meßkanal bildenden Rohrstückes gegen das Gehäuse hat sich die Verwendung von an sich bekannten Rundringdichtungen günstig erwiesen. Sie gestatten im Bedarfsfalle ein leichtes Auswechseln dieses Rohrstückes. In Verbindung mit dieser Ausführung kann die druckdichte Verbindung des Gehäuses mit der Rohrleitung mittels Zwischenstücken erfolgen, wobei die Zwischenstücke jeweils einen Flansch zur Verschraubung mit den beiden Stirnseiten des Gehäuses, einem bis an das genannte Rohrstück hineinragenden und mittels Rundringdichtung gegen die Wand der ersten Bohrung und damit gegen das Gehäuse druckfest abgedichteten zylindrischen Ansatz sowie ein geeignetes Element zur druckfesten Verbindung des Zwischenstückes mit der Rohrleitung, vorzugsweise einen zweiten Flansch, aufweisen, und das Zwischenstück einschließlich des zylindrischen Ansatzes mit einer axialen Bohrung versehen ist, deren lichter Durchmesser gleich dem lichten Durchmesser der Rohrleitung und damit auch gleich dem lichten Durchmesser des Meßkanals ist.

Nach der Erfindung wird der Winkel α zwischen der Mittellinie des Meßkanals und der durch Quelle und Detektor bestimmten Achse so gewählt, daß der Quotient aus lichtigem Durchmesser des Kanals durch $\sin \alpha$ - dieser Ausdruck entspricht der Durchstrahlungslänge des Mediums längs der Achse Quelle - Detektor - einem von den physikalischen Randbedingungen der Messung und den Genauigkeitsforderungen abhängigen unteren Grenzwert nicht unterschreitet. Dieser Grenzwert liegt bei Anwendung von 0,06 MeV- γ -Strahlen einer ^{241}Am -Quelle für die Messung der Dichte von Staub-Trägergas-Suspensionen bei etwa 50 mm.

Zur weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann die genannte zweite Kapsel für den Detektor, vorzugsweise einem Szintillationsdetektor, mit je einem Anschluß für die Zuführung und Abführung eines Kühl- und/oder Heizmediums versehen und so ausgebildet sein, daß der Detektor von den Kühl- und/oder Heizmedien umspült und damit auf konstantem Temperaturniveau gehalten werden kann.

Schließlich sind bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung der Durchmesser der genannten zweiten Bohrung des Gehäuses auf der Seite des Detektors erweitert und in an sich bekannter Weise zwischen Quelle und Meßkanal und Detektor Blenden aus einem Material höherer Ordnungszahl zur Kollimation des Strahlenganges angeordnet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung sei durch ein Ausführungsbeispiel näher beschrieben. Dazu wird die beiliegende Figur herangezogen, die einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung zeigt.

Das Ausführungsbeispiel betrifft eine Vorrichtung, die zur Messung der Dichte einer etwa 60 °C heißen Kohlenstaub-Stickstoff-Suspension bestimmt ist, die dem Reaktor einer Druckvergasungsanlage für Kohlenstaub zugeführt wird.

Die Vorrichtung ist im Zuge einer Rohrleitung 1 von 35 mm $\varnothing$ installiert, in der das Kohlenstaub-Stickstoff-Gemisch unter einem Druck von etwa 4 MPa dem Reaktor zuströmt. Die Vorrichtung besteht aus dem Gehäuse 2 mit dem durch ein Rohrstück 3 gebildeten und in einer ersten Bohrung des Gehäuses angeordnetem Meßkanal, einer Kapsel 4 mit der ²⁴¹Am-Quelle 5, einer zweiten Kapsel 6 mit dem Szintillationsdetektor 7 sowie aus den Zwischenstücken 8, die jeweils über dem Flansch 9 mit den entsprechenden Gegenflanschen 11 der Rohrleitung 1 druckfest verbunden und mit einem zweiten Flansch 11 mit den Stirnseiten 12 des Gehäuses 2 verschraubt sind.

Das den Meßkanal bildende Rohrstück 3 ist aus Aluminium (Ordnungszahl $Z = 13$) gefertigt. Es besitzt einen lichten Durchmesser von 35 mm und eine Wandstärke von 1,2 mm. Es ist in die genannte erste (axiale) Bohrung des Gehäuses eingepaßt und mittels Rundringdichtungen 13 druckfest gegen das Gehäuse abgedichtet.

Die von Quelle 5 und Detektor 7 bestimmte Achse schneidet die Mittellinie des Meßkanals in einem Winkel von $\alpha = 25^\circ$, so daß die durch den Quotienten von lichtigem Durchmesser des Rohrstückes 3 durch $\sin \alpha$ bestimmte Durchstrahlungslänge L 83 mm beträgt.

Längs der genannten Achse Quelle-Detektor ist das Gehäuse mit einer zweiten Bohrung 14 versehen, die auf der einen Seite in der Kapsel 4 mit der Quelle 5, auf der anderen Seite in der zweiten Kapsel 6 mit dem Detektor 7 endet und auf der Detektorseite etwas erweitert ist. Die zweite Bohrung wird durch das den Meßkanal bildende Rohrstück 3 in der Mitte unterbrochen.

Zur Kollimation des Strahlenganges sind zwischen Quelle 5 und Meßkanal die Blende 15 aus Blei und zwischen Meßkanal und Strahleneinschnittsfläche des Detektors 7 die Blende 16 angeordnet.

Die beiden Zwischenstücke 8 weisen je einen zylindrischen Ansatz 17 auf, der in die genannte erste Bohrung vom Gehäuse 2 hineinragt und an das jeweilige Ende des den Meßkanal bildenden Rohrstückes 3 stößt, Ansatz 17 und Gehäuse 2 sind durch die Rundringdichtung 18 gegeneinander abgedichtet, so daß über die bereits beschriebenen Flanschverbindungen auch eine druckdichte Verbindung zwischen Gehäuse 2 bzw. Meßkanal und Rohrleitung 1 besteht.

Die zweite Kapsel 6 ist mit je einem Anschlußstutzen 19, 20 für die Zufuhr und die Abführung von Stickstoff als Kühlmedium versehen. Der Stickstoff durchströmt den Zwischenraum zwischen der Wand von Kapsel 6 und den Detektor 7, fließt durch einen Spalt 21 zwischen der Strahleneintrittsfläche

des Detektors und der Blende 16 in den detektorseitigen Teil von Bohrung 2, bevor er über den Anschlußstutzen 20 abgeführt wird.

Die Stickstoffzufuhr kann mit Hilfe eines in der Figur nicht dargestellten Thermometers so geregelt werden, daß trotz erhöhter Umgebungstemperaturen und Wärmeübertragung aus dem Meßkanal die für den Detektor zulässige Temperatur von z. B. 40 °C nicht überschritten wird.

Der Detektor ist - in der Figur nicht dargestellt - mit einem üblichen Auswertegerät gekoppelt. Die Anordnung gestattet die Messung der Dichte der Kohlenstaub-Trägergas-Suspension mit einem relativen Fehler von kleiner als $\pm 2 \%$, wobei für die Integration der vom Detektor empfangenen Strahlungsimpulse ein Zeitraum von etwa 10 s herangezogen wird. Eine Korrektur des Meßergebnisses für eine Aktivitätsabnahme der Quelle ist bei einer Halbwertszeit des verwendeten ^{241}Am -Isotops von 458 Jahren nicht erforderlich. Die Aktivität der β -Strahlungsquelle ist nur so groß, daß unter Berücksichtigung der relativ geringen Energie der Strahlung eine zusätzliche Abschirmung der Vorrichtung und eine Entfernung der Quelle bei Wartungsarbeiten an oder in der Nähe der Vorrichtung nicht erforderlich sind.

Erfindungsanspruch

1. Vorrichtung zur radiometrischen Dichtemessung an fließfähigen Medien, insbesondere von zweiphasigen, unter erhöhtem Druck stehenden Medien, beim Durchfluß einer Rohrleitung mit einem Meßkanal, der einen Teil der Rohrleitung bildet und von dem fließfähigen Medium durchströmt wird, einer γ -Strahlenquelle und einem Detektor, wobei die γ -Strahlenquelle und der Detektor auf gegenüberliegenden Seiten auf einer die Mittellinie des Meßkanals schneidenden Achse angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Meßkanal durch ein Rohrstück (3) gebildet wird, dessen lichter Durchmesser gleich dem lichten Durchmesser der Rohrleitung (1) ist, und das in eine erste Bohrung des Gehäuses (2) eingepaßt und beidseitig druckfest gegen das Gehäuse (2) abgedichtet ist, das Gehäuse (2) längs der Achse von γ -Strahlungsquelle (5) und Detektor (7) eine zweite Bohrung (14) aufweist, die durch das den Meßkanal bildende Rohrstück (3) unterbrochen ist, und die an einer Seite in einer mit dem Gehäuse (2) verbundene Kapsel (4) mit der γ -Strahlenquelle (5), an der anderen Seite in einer ebenfalls mit dem Gehäuse (2) verbundenen zweiten Kapsel (6) mit dem Detektor (7) endet.

2. Vorrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß das den Meßkanal bildende Rohrstück (3) hinsichtlich seiner Wandstärke und seines Werkstoffes so beschaffen ist, daß seine Flächenmasse, definiert als Produkt aus Wandstärke und Dichte des Werkstoffes der Wand, kleiner ist, als die Flächenmasse der Rohrleitung.
3. Vorrichtung nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das den Meßkanal bildende Rohrstück (3) aus einem Werkstoff gefertigt ist, dessen Ordnungszahl Z bzw. mittlere Ordnungszahl $\bar{Z}$ gleich oder kleiner 14 ist.
4. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das den Meßkanal bildende Rohrstück (3) mittels Rundringdichtungen (13) druckfest gegen das Gehäuse (2) abgedichtet ist.
5. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) mittels Zwischenstücken (8) druckdicht mit der Rohrleitung (1) verbunden ist, wobei die Zwischenstücke (8) jeweils einem Flansch (11) zur Verschraubung mit den Stirnseiten (12) des Gehäuses (2), einem in die erste Bohrung des Gehäuses (2) bis an das den Meßkanal bildende Rohrstück (3) hineinragenden und mittels Rundringdichtung (18) gegen das Gehäuse (2) druckfest abgedichteten zylindrischen Ansatz (17), sowie ein Element zur druckdichten Verbindung mit der Rohrleitung (1), vorzugsweise einem weiteren Flansch (9), aufweisen, und das Zwischenstück (8) einschließlich des zylindrischen Ansatzes (17) mit einer axialen Bohrung versehen ist, dessen lichter Durchmesser gleich dem lichten Durchmesser der Rohrleitung (1) ist.
6. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse von γ -Strahlenquelle (5) und Detektor (7) und damit die genannte zweite Bohrung (14) die Mittellinie des Meßkanals in einem Winkel $\alpha < 90^\circ$ schneidet.

7. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel $\angle$ so gewählt wird, daß ein aus dem lichten Durchmesser des Meßkanal durch $\sin \angle$ gebildeter Quotient einen von den physikalischen Randbedingungen der Messung bestimmten unteren Grenzwert nicht unterschreitet.
8. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kapsel (6) mit je einem Anschluß (19), (20) für die Zuführung und die Abführung eines Kühl- und/oder Heizmediums versehen und so ausgebildet ist, daß der Detektor (7) von dem Kühl- und/oder Heizmedium umspült und damit auf konstantem Temperaturniveau gehalten werden kann.
9. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der zweiten Bohrung (14) auf der Seite des Detektors (7) erweitert ist und daß in an sich bekannter Weise zwischen γ -Strahlenquelle (5) und Meßkanal und Detektor (7) Blanden (15), (16) aus einem Material höherer Ordnungszahl zur Kollimation des Strahlenganges angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

